

# Einsparkkraftwerke auf Erfolgskurs

Kurt Berlo und Dieter Seifried

*Die Krisen der internationalen Finanzmärkte waren 1998 noch nicht Realität, Atomkraft galt in Deutschland unter der Regierung Kohl immer noch als Zukunftsoption für die kommenden Jahrzehnte und für eine Bundespolitik in Richtung Energiewende war weit und breit kein gesellschaftlicher Konsens in Sicht. Dennoch gab es schon vor der Energiewende Projekte, die sich der Steigerung der Energieeffizienz verschrieben hatten. Mit kombinierten Einspar- und Solarkraftwerken, die an Schulen mit finanzieller Bürgerbeteiligungen entstehen, sollte der Weg zu einer umweltverträglichen Energieversorgung für vier Schulen in Nordrhein-Westfalen eingeschlagen werden. Wie der vorliegende Projektbericht zeigt, konnten die Ziele des Vorhabens erreicht werden: Steigerung der Endenergieeffizienz, verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien und der Einsatz dezentraler Kraft-Wärme-Kopplung.*

Bereits im Jahr 1998 hatte das Wuppertal Institut zusammen mit dem Beratungsbüro Ö-quadrat eine Projektidee entwickelt, die zukünftige Rahmenbedingungen antizipierte und heute aktueller denn je erscheint. Daraus entstand im Jahr 2000 die „100 000 Watt-Solar-Initiative für Schulen in NRW“. Bereits im Mai 2002 konnten die Initiatoren das erste Einsparkkraftwerk am Aggertal-Gymnasium in Engelskirchen fertigstellen. Mit den Ersparnissen von Bürgern, Lehrern und Schülern des Aggertal-Gymnasiums wurde die Energieeffizienz der Schule verbessert und eine große Solaranlage auf dem Dach des Gebäudes installiert. 420 000 € investierte das Solar&Spar-Projekt in die energetische Sanierung der Schule. Drei weitere Schulprojekte in Nordrhein-Westfalen (in Emmerich, Gelsenkirchen und Köln) folgten in den darauffolgenden Jahren.

Insgesamt investierte man im Rahmen der vier Schulprojekte 3,3 Mio. € in Energieeffizienzmaßnahmen und Solarenergie. Hier-von wurden rd. 2 Mio. € durch Bürgerkapital aufgebracht, der Rest wurde kreditfinanziert – zu einem durchschnittlichen Zinssatz von 6 %.

## Warum Einsparkkraftwerke?

Amory Lovins, der amerikanische Vordenker in Sachen Energieeffizienz, hat es als erster auf den Punkt gebracht: „Wir sollten uns zunächst an den Gedanken gewöhnen, dass wir durch den Kauf eines stromsparenden Geräts dasselbe tun wie mit dem Bau eines winzigen Kraftwerks im eigenen Haus oder in der eigenen Fabrik. Wenn ich also eine neue Birne installiere, die 15 Watt braucht, aber genauso viel Licht abgibt wie eine normale 75 Watt-Birne, habe ich gerade so ein kleines Kraftwerk gebaut. Es produziert 60 Negawatt, also ungenutzte Watt. Dieser eingesparte Strom wird praktisch an das EVU zurückgesandt und kann an einen anderen Kunden verkauft werden, ohne neu erzeugt werden zu müssen.“ Die vier Solar&Spar-Projekte griffen diese Idee des Einsparkkraftwerks auf und kombinierten diese mit Solarkraftwerken und einem Blockheizkraftwerk.

In dem vom Land Nordrhein-Westfalen im Rahmen des REN-Programms geförderten ersten Projekt ging es darum, den Bau von größeren Photovoltaik-Anlagen (bis 50 kW-

Leistung) mit Maßnahmen der Beleuchtungssanierung und sonstigen Energieeinsparinvestitionen in einem Gesamtpaket zu kombinieren. Grundidee der „100 000 Watt-Solar-Initiative“ war es, an ausgesuchten nordrhein-westfälischen Schulen pro Schüler 50 W solare Stromerzeugung zu installieren und 50 W an Beleuchtungsleistung einzusparen. So sollten pro Schüler insgesamt 100 W Leistung an herkömmlicher Stromerzeugung hinfällig werden. Bei Schulen mit ca. 1 000 Schülerinnen und Schülern kann so jeweils pro Schule ein 100 000 Watt-Solar-Einsparkkraftwerk geschaffen werden.

Nachdem nun alle Einsparkkraftwerke schon seit mehreren Jahren in Betrieb sind, kann Bilanz gezogen werden: Tatsächlich sind die Einsparkkraftwerke leistungsfähiger und kostengünstiger geworden als geplant.

## Strom- und Wärmeeinsparungen

Durch die vielfältigen Stromsparmaßnahmen, wie die der Sanierung der Beleuchtung, der Erneuerung der Heizungspumpen, durch Effizienzsteigerung bei den Lüftungs-

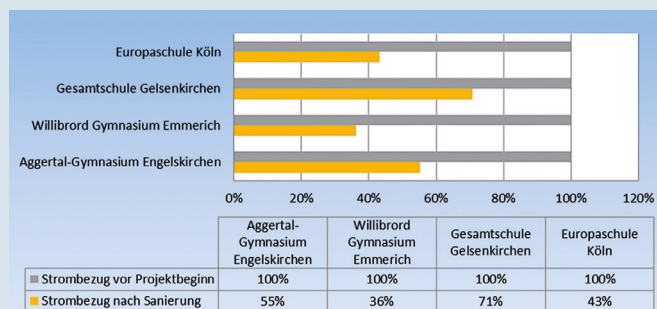


Abb. 1 Strombezug vor und nach Projektbeginn an den vier Solar&Spar-Schulen

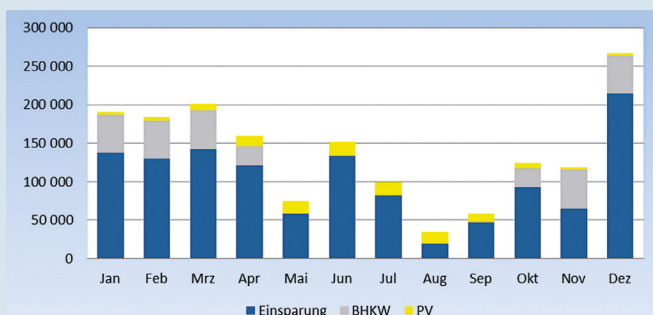


Abb. 2 Monatliche Stromeinsparung und -erzeugung in den vier Solar&Spar-Einsparkkraftwerken

anlagen und der Lüftungsregelung sowie weiterer Maßnahmen erzielte man eine deutlich höhere Leistungseinsparung als angekündigt. So konnte in der Summe über die vier Schulen eine Leistungseinsparung von über 600 kW erreicht werden (siehe Abb. 1). Bei rd. 4 000 Schülern entspricht dies einer Leistungseinsparung von über 150 W pro Kopf. Diese Leistungseinsparung bezieht sich auf eine jährliche durchschnittliche Zeitspanne von 2 000 Stunden (Volllaststunden). Mit anderen Worten: Pro Schüler „produziert“ das Einsparkraftwerk 300 kWh bzw. Negawattstunden. Insgesamt konnte dementsprechend der jährliche Stromverbrauch um über 1,2 Mio. kWh reduziert werden.

Gleichzeitig wurden im Rahmen des Projektes auch Photovoltaikanlagen auf den Schuldächern angebracht: Die Anlagen mit einer Gesamtleistung von insgesamt rd. 140 kW produzierten im Jahr 2012 über 120 000 kWh Strom. Dieser Solarstrom wird ins Stromnetz eingespeist. Zusätzlich installierte Solar&Spar an der Europaschule ein Blockheizkraftwerk mit einer Leistung von 50 kWel, das pro Jahr rd. 300 000 kWh Strom für den Eigenverbrauch der Schule produziert. Addiert man die Ergebnisse der neun Kraftwerke (vier Einsparkraftwerke, vier Solarkraftwerke und ein Blockheizkraftwerk), so ergibt sich eine Gesamteinsparung und Stromerzeugung von rd. 1,6 Mio. kWh/a.

Wie Abb. 2 zeigt, wird die größte Wirkung im Bereich der Stromeinsparung erzielt. In den Wintermonaten liefert darüber hinaus das BHKW einen beträchtlichen Teil der Versorgung, während die Photovoltaikanlagen während der Sommermonate liefern.

**Tab. 1.: Gesamtergebnis der vier Solar&Spar-Schulen bei der Strom- und Wärmeeinsparung sowie bei der Stromerzeugung**

	kWh/Jahr	kWh/Schüler u. Jahr
<b>Einsparung Strom/Jahr</b>	1 243 840	305
<b>Einsparung Wärme/Jahr</b>	4 301 033	1 054
<b>Stromerzeugung BHKW</b>	300 000	74
<b>Stromerzeugung Solar</b>	121 153	30

So konnten die Schulen ihre Bezugsleistung um monatlich rd. 600 bis 700 kW reduzieren. Dabei wird die Leistungsreduktion immer dann erzielt, wenn auch die Nachfrage nach Strom hoch ist: an Werktagen, wenn in den Schulen Unterricht gegeben wird.

Wie aus Abb. 3 ersichtlich, kann die Bezugsleistung der Schulen über das ganze Jahr hinweg zuverlässig reduziert werden. Lediglich in den Sommerferien ist die Leistungseinsparung wesentlich geringer, da auch die Bezugsleistung während der Sommerferien entsprechend niedrig ist.

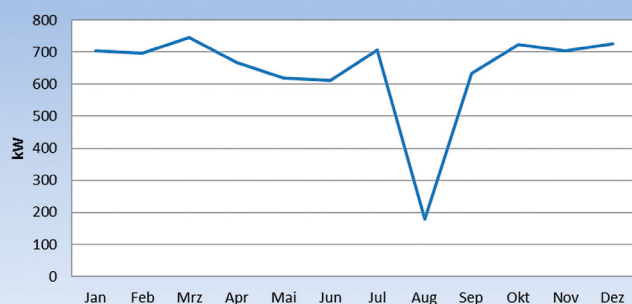
Darüber hinaus werden in den vier Solar&Spar-Schulen auch Wärmeeinsparungen von jährlich rd. 4,3 Mio. kWh erzielt (vgl. Abb. 4). Das entspricht 37 % des Wärmebedarfs vor Projektbeginn. Wie war dies möglich? Wer hier an bessere Wärmedämmung und effizientere Fenster denkt, liegt falsch. Diese Einsparung wurde durch eine Sanierung der Heizungsanlagen sowie der Installation eines BHKW erzielt. Weitere Maßnahmen waren eine Zonierung der Heizungskreisläufe und eine an den Wärmebedarf angepasste Temperaturregelung (DDC-Regelung), der hydraulische Abgleich des gesamten Heizungssystems sowie die Temperaturabsenkung in den Nächten und an

den Wochenenden. Darüber hinaus erfolgte eine an den Wärmebedarf angepasste Steuerung der Heizungspumpen, die Sanierung der Lüftungsanlagen sowie Wassereinsparungen (und damit auch Wärmeeinsparung für die Warmwasserbereitung). In der Tabelle sind die Kennwerte des Einsparkraftwerks in absoluten Zahlen sowie bezogen auf die Schülerzahl (4 080) zusammengestellt.

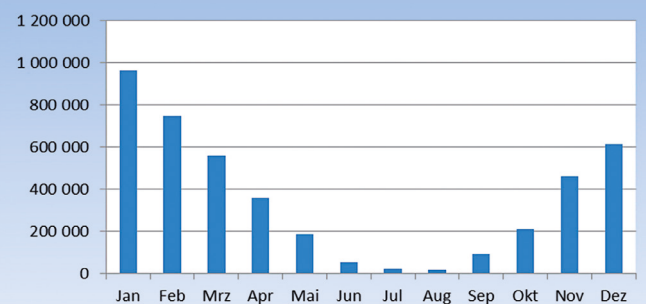
### Können Einsparkraftwerke an Schulen ein ganzes Kraftwerk ersetzen?

In Deutschland gibt es über 30 000 allgemeinbildende Schulen. Geht man davon aus, dass sich mindestens etwa 10 % dieser Schulen für über ein Bürger-Contracting finanzierte Einsparkraftwerke eignen, so ließen sich in diesen Schulen Einsparkraftwerke mit einer zuverlässigen Leistungsreduktion von insgesamt rd. 500 MW bauen. Dies entspricht der Leistung eines großen Kohle(kraftwerk)blockes.

Da die Investitionen dezentral erfolgen würden, könnten diese Negawattkraftwerke binnen Jahresfrist – und ohne langwierige Baugenehmigung – gebaut und in Betrieb genommen werden. Sie haben so einen wesentlichen Vorteil gegenüber den üblichen



**Abb. 3** Eingesparte Bezugsleistung durch die Solar&Spar-Einsparkraftwerke



**Abb. 4** Wärmeeinsparung der vier Solar&Spar-Schulen

Solar&Sparschulen in NRW			
Maßnahmen	Finanzierung		Wirkungen
Photovoltaik-Anlagen	Solar&Spar Contract GmbH & Co. KG	Lehrer/innen, Schüler/innen, Eltern, Großeltern, Bürger/innen Stille Gesellschafter/innen	Reduktion der CO <sub>2</sub> -Emissionen
Beleuchtungssanierung			Verbesserung der Beleuchtung und Lernbedingungen
Optimierung von Heizungen und Umwälzpumpen			Sanierung der Schule ohne städt. Haushalt zu belasten
Sanierung der Lüftungsanlagen	Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)		Weniger Wartungsaufwand entlastet die Stadtkasse
Blockheizkraftwerk	REN Breitenförderung des Landes NRW		Schüler/innen lernen sorgsam Umgang mit Energie und Wasser
Maßnahmen zum Wassersparen	Zinsgünstige Kredite der KfW Bank		Einbindung in ökonomische Verantwortung erhöht Identifikation
Diverse Kleinmaßnahmen	Normale Bankkredite		Positive Impulse für die örtliche und regionale Wirtschaft

Abb. 5 CO<sub>2</sub>-Einsparungen der vier Solar&Spar-Projekte über die Vertragslaufzeit

Bauzeiten von vier bis sechs Jahren für konventionelle Kraftwerke. Nach Inbetriebnahme können die Kraftwerke mit geringen Unterhaltskosten nahezu unterbrechungsfrei betrieben werden.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich auf der Umweltseite: Mit den Einsparkraftwerken werden externe Kosten vermieden, indem klimaschädliche CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie weitere Umweltschadstoffe erst gar nicht entstehen. Stellt sich nur die Frage, ob die Kommunen, die in Nordrhein-Westfalen und vielen anderen Bundesländern für die Sanierung der Schulen aufkommen müssen, in der Lage sind, die entsprechenden Investitionsmittel und das Know-how aufzubringen. Gleichgül-

tig wie die Antwort ausfällt: Die Finanzierung ist auch auf anderem Wege möglich, da es sich bei den Einsparkraftwerken um Objekte handelt, die als für sich allein stehende Projekte wirtschaftlich umgesetzt werden können.

Eine Besonderheit des Projektes ist es, dass die Solar&Spar-Maßnahmen als „grüne Kapitalanlage“ umgesetzt werden, an denen sich „jede und jeder“ beteiligen kann. Im Rahmen des Bürgercontractings sind insgesamt 375 Anteilsscheine gezeichnet worden. Private und institutionelle Anleger beteiligten sich als stille Gesellschafter mit einem Betrag ab 500 € (für Angehörige der Schule) bzw. ab 2 500 € (Außenstehende) an den Investitionen. So kam bei den vier Projekten ein Bürgerkapital

von insgesamt über 2 Mio. € zusammen. Schwerpunktmäßig engagierten sich private Anleger aus den jeweiligen Städten bzw. der jeweiligen Region an den Solar&Spar-Maßnahmen. Darüber hinaus kamen die Geldgeber aus ganz Deutschland; zwei Beteiligungen stammen aus dem benachbarten Ausland.

## Einsparerfolge überzeugen

Wie Abb. 5 zeigt, investierte Solar&Spar die Mittel in unterschiedliche Technologien. Der Schwerpunkt im Einsparbereich lag dabei bei der Beleuchtungssanierung sowie der Heizungserneuerung und -steuerung (inklusive der Optimierung des Heizkreislaufes und der Umwälzpumpen). Parallel zu den Energie- und Stromsparmaßnahmen installierte Solar&Spar in jeder Schule eine große Solaranlage. Dabei hat die kleinste Anlage eine Spitzenleistung von 20 kW, die größte Anlage eine Leistung von 50 kW<sub>peak</sub>.

Die Betriebserfahrungen zeigen: In allen vier Schulen konnten die angestrebten Einsparungen erreicht bzw. übertroffen werden. Insgesamt werden über die Vertragslaufzeit der vier Projekte (das letzte Projekt endet im Jahr 2023) rd. 32 Mio. kWh beim Strombezug und 56 Mio. kWh Wärme eingespart. Außerdem werden die Solaranlagen während der Vertragslaufzeit insgesamt ca. 2,2 Mio. kWh Solarstrom zusätzlich erzeugen. Die Einsparungen bei Wärme und Strom führen zu einer Reduktion von 40 300 t CO<sub>2</sub>. Dabei stammt der größere Anteil aus der Stromeinsparung (rd. 68 %).

Die erzielten Einsparungen führen auch zu einem wirtschaftlichen Erfolg der Projekte. Basierend auf dem derzeitigen Preisniveau werden die Projekte bis zum Ende ihrer Vertragslaufzeit rd. 11 Mio. € Erlöse erwirtschaften (brutto, inklusive Umsatzsteuer, siehe Abb. 6). Die Erlöse dienen dazu, das Kapital an die Bürger mit einer angemessenen Verzinsung von mindestens 6 % zurückzuzahlen, die Kredite bei den Banken zu tilgen und die laufenden Betriebskosten der Projekte sowie Steuern und Abgaben zu decken.

Doch auch die Schulen sowie die Kommunen (als Eigner der Gebäude) gehen nicht leer aus. Zum einen profitieren die Städte von den Energiespartetechnologien, wenn sie nach der Vertragslaufzeit in ihren Besitz übergehen. Zum anderen erzielen sie bereits heute einen erheblichen Vorteil durch die reduzierten Wartungs- und Betriebskosten. Darüber hinaus sind die Städte und Gemeinden am Erfolg der Projekte beteiligt. Insgesamt partizipieren die Städte mit einem Betrag von rd. 600 000 € an dem Erfolg der Projekte. Die Schulen werden nach dem

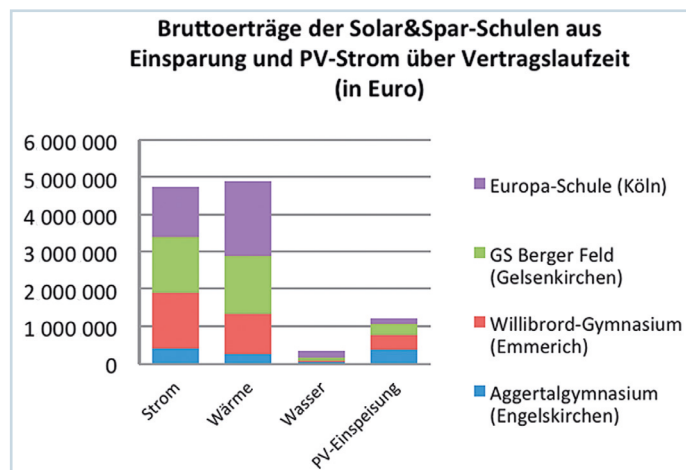


Abb. 6 Eingesparte Energie- und Wasserkosten sowie Erträge aus PV-Stromerzeugung über die gesamte Vertragslaufzeit (Prognose auf der Basis des bisherigen Projektverlaufs)

## Das Prinzip des Bürgercontractings

Die vier Projekte sind nach dem Prinzip des Performance-Contractings konzipiert. Der Contractor liefert eine komplette Dienstleistung, die auf eine Energiekosteneinsparung beim Kunden abzielt. Hierzu bietet er die Planung der Maßnahmen, die Umsetzung aller Arbeiten sowie auch die Finanzierung aller Maßnahmen und Anlagen im Paket an. Die Kommune vergütet den Contractor alleine dadurch, dass dieser die eingesparten Energiekosten sowie die Erträge aus der Solaranlage für die Dauer der Vertragslaufzeit erhält.

Die Solar&Spar-Projekte wurden jeweils von Projektgesellschaften in der Rechtsform der GmbH & Co. KG umgesetzt, die in einer Komplementär-GmbH (Solar&Spar Contract GmbH) zusammengeführt werden. Die Solar&Spar Contract GmbH haben Mitarbeiter und Freunde des Wuppertal Instituts gegründet, die damit das Haftungskapital der GmbH zur Verfügung stellen. Die Planungsarbeiten haben das Ingenieurbüro Schaumburg, das Büro Ö-quadrat sowie das Ingenieurbüro Morhenne GbR vorgenommen. Zwischen den Gesellschaften und den jeweiligen Städten (als Gebäudeeigentümer) wurde ein Contracting-Vertrag geschlossen, der im Wesentlichen folgende Punkte regelt:

- Die jeweilige Solar&Spar Contract GmbH & Co. KG investiert in eine Solaranlage sowie in technische Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs.
- Die Kommune vergütet die Solar&Spar Contract GmbH & Co. KG entsprechend der erzielten Kosteneinsparungen bei den Energieträgern.
- Eingesparte kWh im Strom- und Wärmebereich werden entsprechend den aktuellen Energiepreisen bewertet und vergütet.
- Schule und Kommune werden am Einsparerfolg beteiligt.
- Die Vertragslaufzeit beträgt 20 Jahre (Ausnahme Köln: 14 Jahre).
- Die Kommune stellt das Dach der Schule kostenlos zur Verfügung.
- Am Ende der Vertragslaufzeit erfolgt ein kostenloser Eigentumsübergang der installierten Solar&Spar-Anlagen auf die Kommune.

heutigen Stand der Erkenntnisse mit etwa 750 000 € vom Einsparerfolg profitieren.

## Win-Win-Situation

Die Umsetzung der Solar&Spar-Projekte führt in den Städten zu klassischen Win-Win-Situationen, das heißt, alle Beteiligten profitieren von den Maßnahmen:

- Die im Eigentum der Kommunen befindlichen Schulen werden energetisch saniert, ohne den städtischen Haushalt zu belasten. Die Gemeinden profitieren zusätzlich von dem Projekt, weil die gelungenen Projekte sowohl auf private Nachahmer als auch auf die Sanierung anderer Schulen ausstrahlen.
- Die Schulen erhalten neben der Solaranlage eine moderne und sparsame Beleuchtung. Durch das flackerfreie Licht werden die Lernbedingungen für die Schüler deutlich verbessert.
- Schülerinnen und Schüler, Lehrerinnen und Lehrer sowie die Eltern lernen den sorgsamen Umgang mit Energie.
- Durch die Einbindung in die ökonomische Verantwortung erhöht sich bei den privaten Kapitalgebern die Identifikation mit dem gesamten Projekt. Die stillen Gesellschafter realisieren mit ihrer ethischen Geldanlage eine Rendite von mindestens

6 %. So wird Klimaschutz als Kapitalanlage attraktiv.

- Die CO<sub>2</sub>-Emissionen an den Schulen werden bis zu 80 % reduziert, womit ein nennenswerter Beitrag zum lokalen Klimaschutz erreicht wird.

- Die umfangreichen Solar&Spar-Maßnahmen geben positive Impulse für die örtliche und regionale Wirtschaft und Beschäftigung, indem Gas- und Ölimporte durch die Herstellung und Installation von Effizienztechnologien ersetzt werden.

## Lohnende Effizienzgewinne

Die Erfahrungen mit den Solar&Spar-Projekten zeigen, dass die Bürger bereit sind, in die Sanierung von Gemeinschaftseigentum zu investieren. Die Projekte zeigen auch, dass dies sich für alle Beteiligten lohnt. In (fast) jeder Schule gibt es Energieeffizienzpotenziale. Hier sind zunächst die kommunalen, kreis- oder landeseigenen Bauämter gefordert, diese Potenziale zu erschließen. Sind sie dazu aus Geld- bzw. Personalmangel oder sonstigen Gründen nicht in der Lage, sollten sie sich des Modells des Performance-Contractings bedienen. Bürgerbeteiligungsprojekte haben dabei den Vorteil, dass Schüler, Lehrer und Bevölkerung stärker einbezogen werden sowie das Thema

Klimaschutz eine wichtigere Rolle spielt als bei herkömmlichen Contracting-Projekten.

Wie die vier erfolgreichen Schulprojekte in Nordrhein-Westfalen zeigen, brauchen auch Städte und Gemeinden mit leeren Kassen nicht untätig zu sein. Gerade vor dem Hintergrund steigender Strompreise, einem zu erwartenden stabilen Preishoch für fossile Energieträger und einer ansteigenden Suche nach ethischen Geldanlagen sind die Rahmenbedingungen für Solar&Spar-Maßnahmen sowie Bürgercontracting günstiger als je zuvor. Wenn nicht heute – wann dann?

*Dr.-Ing. K. Berlo, Projektleiter, Forschungsgruppe 2: Energie-, Verkehrs- und Klimapolitik, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Wuppertal; Dipl.-Volksw., Dipl.-Ing. D. Seifried, Gründer und Leiter, Büro Ö-quadrat, Freiburg*  
[kurt.berlo@wupperinst.org](mailto:kurt.berlo@wupperinst.org)  
[Seifried@oe2.de](mailto:Seifried@oe2.de)

Weitere Informationen zum Konzept des Einsparkraftwerkes finden sie in folgender Publikation:

Hennicke, P.; Seifried, D.: Das Einsparkraftwerk – eingesparte Energie neu nutzen. Basel 1996.